

## 明 細 書

### 太陽電池システムおよび熱電気複合型太陽電池システム

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、太陽電池システムおよび熱電気複合型太陽電池システムに関し、特に、電気変換効率を向上した太陽電池システムと、電気エネルギーに加えて熱エネルギーを回収する熱電気複合型太陽電池システムに関する。

#### 背景技術

- [0002] 地球規模の環境破壊が進み、環境保全のための自然エネルギーを活用する必要性が増している。現在の民生用エネルギーは、その大部分が電力である。その電力エネルギーの供給源は、火力や原子力などの発電であり、直接および間接的に地球環境に多くの悪影響を及ぼしている。

- [0003] 自然エネルギーを利用した各種の発電システムの中でも、太陽電池は最も普及している発電システムである。

太陽電池の長所は、無尽蔵にある太陽エネルギーと初期投資以外には必要のない優れたメンテナンス性およびその発電寿命が長いことなどが挙げられる。しかしながら、太陽エネルギーが無料で無尽蔵であると言っても太陽電池自体を製作するためには、多くのエネルギーを必要とする。従って、太陽エネルギーをなるべく効率よく電気にまたは有効なエネルギーに変換することは、エネルギー問題の解決や環境保全の観点から重要なことと考えられる。

- [0004] 太陽電池は、その表面温度の上昇に伴って発電力が低下することが知られてい<sup>レ</sup>め。太陽電池の発電効率自体は、太陽電池を冷却して高い発電効率を目指したとしても15%程度が限界値である。即ち、太陽電池では、太陽エネルギーの85%は有効なエネルギーとして使用できていない。

しかも、上記の有効に利用できていない85%の太陽エネルギーは、熱として太陽電池パネルを暖めてしまう。パネルの温度上昇が発電効率を悪<sup>レ</sup>化させる現在の太陽電池では、利用できていないエネルギーが発電効率の悪<sup>レ</sup>化に拍車をかけている。

そのため、発電効率の向上を目的として、太陽電池の温度を冷却する研究が行わ

れている。

- [0006] 一方、昔から多くの家庭で使用されてきた太陽熱温水器は、比較的簡単な設備で太陽エネルギーから入浴用の湯などを得ることができる。太陽熱温水器では、太陽から供給される太陽エネルギーの約40%を温水として回収することが可能である。

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0007] 本発明の目的は、冷却機構を備えることで従来の太陽電池よりも太陽エネルギーの利用効率を向上させることができる太陽電池システムと、太陽電池による電気エネルギーとしての利用効率の向上に加えてさらに冷却機構から熱エネルギーを回収することができる熱電気複合型太陽電池システムを提供することである。

### 課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の太陽電池システムは、受光面において太陽光を受光し、光電変換により発生した電力を外部に供給する太陽電池パネルと、プレート状構造体を有し、一方の端部側の前記プレート状構造体の表面が前記太陽電池パネルの前記受光面の裏面に貼りあわせられ、前記太陽電池パネルで発生した熱を前記一方の端部から受け取って他方の端部へ伝導するヒートパイプと、前記ヒートパイプを伝導する熱を前記他方の端部側から受け取る熱放散部とを有する。
- [0008] 上記の本発明の太陽電池システムは、太陽電池パネルと、ヒートパイプと、熱放散部とを有する。

太陽電池パネルは、受光面において太陽光を受光し、光電変換により発生した電力を外部に供給する。

ヒートパイプは、熱媒体の蒸気流を通す中心部の外周部に凝縮した液体を通すパイプ状構造を有する従来のヒートパイプとは異なり、プレート状構造体を有し、一方の端部側のプレート状構造体の表面が太陽電池パネルの受光面の裏面に貼りあわせられており、太陽電池パネルで発生した熱を一方の端部から受け取って他方の端部へ伝導する。

ここで、「プレート状」とは扁平な形状、薄い形状、さらには薄膜形状などを示す。また、「貼り合わせ」とは、直接または間接に密着させることを意味する。単なる押圧によ

る機械的密着、溶接あるいは接着剤による密着などを示す。

熱放散部は、ヒートパイプを伝導する熱を他方の端部側から受け取る。

[0009] 上記の本発明の太陽電池システムは、好適には、前記ヒートパイプは、プレート状構造体の内部に前記プレート状構造体の前記一方の端部と前記他方の端部間を複数回往復する蛇行細孔が設けられ、前記蛇行細孔内に冷媒流体が封入されており、さらに好適には、前記蛇行細孔内において前記冷媒流体の液相部と気相部が交互に存在する状態で封入されている。

あるいは好適には、前記ヒートパイプは、プレート状構造体の内部に可動な状態で、ウィック、耐圧構造物および作動液が封入されてなる。

また、好適には、前記太陽電池パネルの前記裏面と前記ヒートパイプが熱伝導性接着剤で貼りあわされている。

[0010] 上記の本発明の太陽電池システムは、好適には、前記一方の端部側の前記プレート状構造体の表面が前記太陽電池パネルの前記受光面の裏面に銅板を介して貼りあわされている。

さらに好適には、前記太陽電池パネルの前記裏面が複数の領域に区分され、前記領域のそれぞれにおいて複数の前記ヒートパイプが前記銅板を介して貼りあわされており、前記ヒートパイプと前記銅板の貼り合わせ面積は前記領域の面積より大きい。

またさらに好適には、前記太陽電池パネルの前記裏面と前記銅板、および／または、前記銅板と前記ヒートパイプが、熱伝導性接着剤で貼りあわされている。

[0011] また、本発明の熱電気複合型太陽電池システムは、受光面において太陽光を受光し、光電変換により発生した電力を外部に供給する太陽電池パネルと、プレート状構造体を有し、一方の端部側の前記プレート状構造体の表面が前記太陽電池パネルの前記受光面の裏面に貼りあわされ、前記太陽電池パネルで発生した熱を前記一方の端部から受け取って他方の端部へ伝導するヒートパイプと、内部に水を貯留し、前記水に前記ヒートパイプの前記他方側の端部が浸漬しており、前記ヒートパイプを伝導する熱を前記他方の端部側から前記水に伝導して前記水を加温して温水を得る温水生成部とを有する。

温水生成部と太陽電池パネルが完全に独立していることから、浸水のおそれがなく、さらに熱媒体として水ばかりでなく、他の流体の使用も可能である。

[0012] 上記の本発明の熱電気複合型太陽電池システムは、太陽電池パネルと、ヒートパイプと、温水生成部とを有する。

太陽電池パネルは、受光面において太陽光を受光し、光電変換により発生した電力を外部に供給する。

ヒートパイプは、熱媒体の蒸気流を通す中心部の外周部に凝縮した液体を通す2重構造を有する従来のヒートパイプとは異なり、プレート状構造体を有し、一方の端部側のプレート状構造体の表面が太陽電池パネルの受光面の裏面に貼りあわされており、太陽電池パネルで発生した熱を一方の端部から受け取って他方の端部へ伝導する。

温水生成部は、内部に熱媒体として水を貯留し、内部の水にヒートパイプの他方側の端部が浸漬した構成であり、ヒートパイプを伝導する熱を他方の端部側から水に伝導し、水を加温して温水を得る。

[0013] 上記の本発明の熱電気複合型太陽電池システムは、好適には、前記ヒートパイプは、プレート状構造体の内部に前記プレート状構造体の前記一方の端部と前記他方の端部間を複数回往復する蛇行細孔が設けられ、前記蛇行細孔内に冷媒流体が封入されてなり、さらに好適には、前記蛇行細孔内において前記冷媒流体の液相部と気相部が交互に存在する状態で封入されている。

あるいは好適には、前記ヒートパイプは、プレート状構造体の内部に可動な状態で、ウィック、耐圧構造物および作動液が封入されてなる。

また、好適には、前記太陽電池パネルの前記裏面と前記ヒートパイプが熱伝導性接着剤で貼りあわされている。

[0014] 上記の本発明の熱電気複合型太陽電池システムは、好適には、前記一方の端部側の前記プレート状構造体の表面が前記太陽電池パネルの前記受光面の裏面に、銅板を介して貼りあわされている。

さらに好適には、前記太陽電池パネルの前記裏面が複数の領域に区分され、前記領域のそれぞれにおいて複数の前記ヒートパイプが前記銅板を介して貼りあわされ

ており、前記ヒートパイプと前記銅板の貼り合わせ面積は前記領域の面積より大きい。

またさらに好適には、前記太陽電池パネルの前記裏面と前記銅板、および／または、前記銅板と前記ヒートパイプが、熱伝導性接着剤で貼りあわされている。

[0015] 上記の本発明の熱電気複合型太陽電池システムは、好適には、前記ヒートパイプの前記他方側の端部に、前記水への熱伝導効率を高める放熱促進体が形成されている。

あるいは好適には、前記温水生成部から温水が供給される湯浴を有する。

[0016] また、好適には、温水生成部がタンク状である。

あるいは、好適には、前記温水生成部がパイプ状であり、さらに好適には、前記太陽電池パネルが水平面に対して角度を有する斜面に沿って配置され、前記太陽電池パネルの上記斜面に沿って傾きをもって配置された辺において、前記温水生成部が前記ヒートパイプを介して前記太陽電池パネルに接続するように設けられている。

### 発明の効果

[0017] 本発明の太陽電池システムは、太陽電池パネルの裏面に熱輸送性に優れたヒートパイプを配しており、太陽電池パネルの温度を冷却して電気変換効率を改善することにより、従来の太陽電池よりも太陽エネルギーの利用効率を向上させることができる。

[0018] 本発明の熱電気複合型太陽電池システムは、太陽電池パネルの裏面に熱輸送性に優れたヒートパイプを配しており、太陽電池パネルの温度を冷却して電気変換効率を改善することに加えて、太陽電池パネルからの熱エネルギーを回収することができる。従来の太陽電池よりも太陽エネルギーの利用効率を向上させることができる。

### 図面の簡単な説明

5019] [図1] 図1は本発明の第1実施形態に係る太陽電池システムの模式構成図である。

[図2] 図2Aは本発明の第1および第2実施形態の太陽電池システムを構成するヒートパイプの一例の模式斜視図であり、図2Bは構成を分解して示す模式図である。

[図3] 図3は本発明の実施形態で用いられている自励振動式ヒートパイプの熱輸送の動作原理を示す模式図である。

[図4] 図4Aは本発明の第1および第2実施形態の太陽電池システムを構成する太陽電池パネルの受光面の裏面側の一例の平面図であり、図4Bは図4A中のA-A'における断面図である。

[図5] 図5は本発明の第2実施形態に係る熱電気複合型太陽電池システムの模式構成図である。

[図6] 図6は実施例2の実験結果を示すグラフである。

[図7] 図7は実施例3の実験結果を示すグラフである。

[図8] 図8は実施例4の実験結果を示すグラフである。

[図9] 図9Aは本発明の第3実施形態に係る太陽電池システムに用いられるヒートパイプの構成を分解して示す模式図であり、図9Bはヒートパイプの構成および熱輸送の動作を示す模式図である。

[図10] 図10は本発明の第4実施形態に係る熱電気複合型太陽電池システムの模式構成図である。

[図11] 図11a:本発明の第4実施形態に係る熱電気複合型太陽電池システムの要部の模式断面図である。

#### 符号の説明

- [0020] 1...太陽電池パネル  
1a...受光面  
2...ヒートパイプ  
2a, 2b...ヒートパイプの端部  
3...熱放散部  
4...外部端子  
5...銅板  
20...中板  
20a...打ち抜き開口部  
21, 22...表板  
23...蛇行細孔  
24...冷媒流体

24 …液相部  
L  
24 …気相部  
G  
25… 受熱部  
26… 放熱部  
30…温水生成部  
31…水  
32… 断熱材  
33… 放熱促進体  
34a…温水供給管  
34b… 戻り管  
35… 湯浴  
36… 循環ポンプ  
37a …流量調節コック  
37b …ドレインコック  
38… 薬剤添加部  
40…コンテナ  
41…ウィック  
42… 耐圧構造物  
43… 受熱部  
44… 蒸気  
45… 凝縮部  
46… 作動液  
50…屋根  
H…熱  
HS…熱源

#### 発明を実施するための最良の形態

[0021] 以下に、本実施の形態に係る太陽電池システムおよび熱電気複合型太陽電池システムについて、図面を参照して説明する。

[0022] 第1実施形態

図1は本実施形態に係る太陽電池システムの模式構成図である。

本実施形態の太陽電池システムは、太陽電池パネル1と、ヒートパイプ2と、熱放散部3とを有する。

太陽電池パネル1は、受光面1aにおいて太陽光を受光し、光電変換により発生した電力を外部端子4などから外部に供給する。

[0023] ヒートパイプ2は、図2Aの模式斜視図に示すように、プレート状構造体の内部に、熱の伝導方向Dに沿って、プレート状構造体の一方の端部2aと他方の端部2b間を複数回往復する蛇行細孔が設けられており、この蛇行細孔内に冷媒流体が封入された構成である。蛇行細孔は、ループ状の一繋ガリの細孔を蛇行させて配置させたものである。

例えば、図2Aの模式斜視図およびそれを分解して示す図2Bの模式図のように、金属などの熱伝導性材料からなる3枚の板(20, 21, 22)が積層されて、プレート状構造体が構成されている。このプレート状構造体において、中板20には打ち抜き開口部20aが設けられ、この中板20の表裏面に2枚の表板(21, 22)が貼りあわされており、このようにしてプレート状構造体の内部に、中板20の打ち抜き開口部20aの内壁面と表板(21, 22)の表面とから、プレート状構造体の一方の端部2aと他方の端部2b間を複数回往復(図面上は2往復)するレイアウトで、蛇行細孔が構成されている。蛇行細孔の太さ(直径または1辺)は、例えば1mm程度である。

また、上記の蛇行細孔内には、例えば、R134aなどの代替フロン、アルコールあるいはその他の揮発性流体からなる冷媒流体が、冷媒流体の液相部と気相部が交互に存在する状態で、封入されている。

[0024] 図3は上記のヒートパイプの熱輸送の動作原理を示す模式図である。

上記の構成のプレート型のヒートパイプ2は、いわゆる自励振動式のヒートパイプであり、熱媒体の蒸気流を通す中心部の外周部に凝縮した液体を通す構造を有する方式のヒートパイプとは異なる。

ヒートパイプの蛇行細孔23内に、冷媒流体24の液相部24<sub>L</sub>と気相部24<sub>G</sub>が交互に存在する状態で封入されている。プレート状構造体の一方の端部2aである受熱部2



5において熱Hが吸収されると、この熱量により蛇行細孔23内に断続的に冷媒流体の蒸気泡が発生し、温度と蒸気圧の上昇をもたらす。

一方、他方の端部2bである放熱部26においては、熱Hを放散して、冷却作用により蒸気泡の温度低下と圧力の低下が起こる。受熱部25と放熱部26の間の圧力差により、蛇行細孔内に交互に閉塞している気相と液相が同時に放熱部側へと移動する。

このとき、気相の移動 $D_G$ により潜熱の輸送が起こり、液相には自励振動 $V_J$ が発生して顕熱の輸送が起こり、気相部と液相部が同時に移動することで潜熱と顕熱の両熱輸送が行われ、速やかで効率的に熱が輸送される。

本実施形態の太陽電池システムに最適なヒートパイプを実現するためには、上記の冷媒流体について最適な冷媒の種類や充填量(充填圧力)を選択し、さらに、最適な蛇行細孔の蛇行パターンをレイアウトすることが重要である。

[0025] 上記の構成のヒートパイプ2の一方の端部2a側のプレート状構造体の表面が、太陽電池パネル1の受光面1aの裏面に、例えばサーマルコンパウンド(金属粉入り接着剤)などの熱伝導性接着剤により貼りあわされており、太陽電池パネル1で発生した熱を一方の端部2aから受け取って他方の端部2bへ伝導する。

[0026] 熱放散部3は、ヒートパイプ2を伝導する熱を他方の端部側から受け取る。ヒートパイプ2を伝導する熱Hを放散させる構成であればよく、例えば水冷装置や空冷装置などを用いることができる。

[0027] 図4Aの太陽電池パネル1の受光面の裏面側の平面図および図4A中のA-A'における断面図である図4Bに示すように、ヒートパイプ2の一方の端部2a側のプレート状構造体の表面と、太陽電池パネル1の受光面1aの裏面とが、銅板5を介して貼りあわされていることができる。

この場合、太陽電池パネル1の裏面が複数の領域に区分され、これらの領域のそれぞれにおいて複数のヒートパイプ2が銅板5を介して貼りあわされており、ヒートパイプ2と銅板5の貼り合わせ面積は太陽電池パネル1の裏面の区分された各領域の面積より $\sqrt{2}$ 近い構成とすることが好ましい。銅板は集熱効果が高いので、銅板を介することで、太陽電池パネル1の裏面全面にヒートパイプを貼り合わせなくても十分効率的

に太陽電池パネルの熱放散を行うことができる。

また、熱放散の効率を高めるために、上記の構成において、太陽電池パネル1の裏面と銅板5、および／または、銅板5とヒートパイプ2が、例えばサーマルコンパウンド(金属粉入り接着剤)などの熱伝導性接着剤により貼りあわされていることが好ましい。

[0028] また、上記の銅板とヒートパイプを一体化すること、即ち、銅板の内部に蛇行細孔を設けて、この中に冷風流体を封入する構成とすることもできる。これにより、装置の軽量化を実現できる。

[0029] 上記の本実施形態の太陽電池システムは、太陽電池パネルの裏面に熱輸送性に優れた自励振動式のヒートパイプを配しており、これによって、太陽電池パネルの温度を冷却して電気変換効率を例えば4.0%改善することができ、従来の太陽電池よりも太陽エネルギーの利用効率を向上させることができる。これにより、エネルギー資源の有効活用を図ることができ、地球環境の保全に貢献することが可能である。

この場合、プレート型のヒートパイプを用いることにより、ヒートパイプを太陽電池パネルに密着させて太陽電池セルを支えるフレームに埋め込んで設置することが可能なため、プレート構造の自励振動式ヒートパイプは伝熱性能の面からも構造的な面からも有利となる。

## [0030] 第2実施形態

図5は本実施形態に係る熱電気複合型太陽電池システムの模式構成図である。

本実施形態の太陽電池システムは、太陽電池パネル1と、ヒートパイプ2と、熱放散部3であるタンク代の温水生成部30とを有する。

太陽電池パネル1とヒートパイプ2については、第1実施形態と同様の構成である。

[0031] 太陽電池パネル1は、受光面1aにおいて太陽光を受光し、光電変換により発生した電力を外部端子4などから外部に供給する。

[0032] ヒートパイプ2は、プレート状構造体の内部にプレート状構造体の一方の端部2aと他方の端部2b間を複数回往復する蛇行細孔が設けられており、この蛇行細孔内に冷風流体が封入された構成であり、いわゆる自励振動式のヒートパイプである。

上記のヒートパイプ2の一方の端部側のプレート状構造体の表面が、太陽電池パネル1の受光面1aの裏面に、例えばサーマルコンパウンド(金属粉入り接着剤)などの

熱伝導性接着剤により貼りあわされており、太陽電池パネル1で発生した熱を一方の端部2aから受け取って他方の端部2bへ伝導する。

第1実施形態と同様、図5に示すように、ヒートパイプ2の一方の端部2a側のプレート状構造体の表面と、太陽電池パネル1の受光面1aの裏面とが、銅板5を介して貼りあわされていてもよい。

- [0033] 温水生成部30は、内部に例えば熱媒体として水31を貯留し、内部の水31にヒートパイプ2の他方側の端部が浸漬した構成である。

ヒートパイプ2を伝導する熱Hをヒートパイプ2の他方の端部側から水31に伝導し、水31を加温して温水を得る。

- [0034] 太陽電池パネル1は、太陽光を効率的に受光するため、あるいは設置する屋根の傾きなどに合わせて所定の傾きをもって設置する必要があり、一方でタンク状の温水生成部30は、タンクの形状によるが、例えば略直方体の形状の上面が水平になるように設置するものであり、この場合、太陽電池パネル1と温水生成部30の間で熱輸送するヒートパイプ2は屈曲部を有することになる。本実施形態で用いるプレート状の自励振動式ヒートパイプは、その構造上いずれの箇所においてもある程度の角度まで折り曲げることが可能であり、太陽電池パネル1と温水生成部30の間の熱輸送を効率的に行うことができる。

- [0035] 水の加熱効果を高めるために、温水生成部30の外周部は断熱材32で被覆されていることが好ましい。

また、ヒートパイプ2の他方側の端部に、水31への熱伝導効率を高める放熱フィンなどの放熱促進体33が形成されていることが好ましい。

- [0036] 温水生成部30において加温されて得られた温水は、様々な用途に用いることができる。

例えば、温水生成部30に接続された温水供給管34aを通して温水を湯浴35に供給し、足湯あるいは全身用の浴槽として利用できる。必要に応じて湯浴35から温水生成部30に温水を戻す戻り管34bを設け、循環ポンプ36により温水を循環させてもよい。この場合、循環ポンプ36の内部あるいは戻り管34bに浄化フィルターや殺菌装置を設けて、温水を清浄な状態に保つことが好ましい。温水の供給量は、例えば

温水供給管34aおよび戻り管34bに設けた流量調節コック37aにより調節することができる。

また、必要に応じて温水供給管34aの中途部に入浴剤などの薬剤添加部38を設けることもできる。

さらに、温水生成部30に直接ドレインコック37bを設けて、内部の水を排水することもできる。

また、温水の利用は足湯などの湯浴に限らず、厨房などへの給湯にも利用できる。

さらに、温水の温度が所望の温度より低い場合には、太陽電池パネルで得られた電力を利用して、所望の温度となるまで加温してもよい。

[0037] 上記の本実施形態の太陽電池システムは、太陽電池パネルで発電し電力を取り出して利用でき、さらに、太陽電池パネルで発生する熱を温水生成部に伝導して温水を得て利用することができる、熱電気複合型の太陽電池システムである。

太陽電池パネルの裏面に熱輸送性に優れた自励振動式のヒートパイプを配しており、これによって、太陽電池パネルの温度を冷却して電気変換効率を例えば40%改善することができ、従来の太陽電池よりも太陽エネルギーの利用効率を向上させることができる。

さらに、太陽電池パネルで発生する熱を効率的に回収して、温水にして給湯に利用することが可能であり、従来温水を得るために使用されてきた化石燃料等のエネルギー資源を節約することができる。

これにより、エネルギー資源の節約や有効活用を図ることができ、地球環境の保全に貢献することが可能である。

この場合、プレート型のヒートパイプを用いることにより、ヒートパイプを太陽電池パネルに密着させて太陽電池セルを支えるフレームに埋め込んで設置することが可能なため、プレート構造の自励振動式ヒートパイプは伝熱性能の面からも構造的な面からも有利となる。

[0038] また、既に設置済みの太陽電池システムに関しても、太陽電池パネル裏面に自励振動式ヒートパイプを装着するだけの簡単な工事で、電気変換効率が約50%程度上げることが可能であり、設備的に古くなって電気変換効率の低い太陽電池システム

を、最新式の太陽電池とほぼ同じ発電性能にまで上昇させることも可能である。

さらに、給湯システムを併用することで既述のような熱・電気複合型太陽電池システムの構築により、エネルギーの自立供給が可能な住宅とすることもできる。

[0039] (実施例1)

上記の第2実施形態に従って、熱電気複合型太陽電池システムを製作した。

即ち、市販の太陽電池パネルの受光面の裏面に、厚さ1.5mmの銅板を介して、プレート状の自励振動式ヒートパイプとして、ヒートレンプレート(TSヒートロニクス社製)の一方の端部を貼り合わせた。このとき、太陽電池パネルとヒートパイプを貼り合わせる面の幅2倍の幅毎に太陽電池パネルの裏面を区分し、即ち、貼り合わせ面の面積の2倍毎に区分し、各領域の中央部にヒートパイプを貼り合わせた。

また、ヒートパイプの他方の端部には、図5に示す構成のタンク状の温水生成部を設けた。タンク中で水に浸漬される部分のヒートパイプの表面には、放熱促進体として放熱フィンを設けた。

[0040] (実施例2)

上記の実施例1の熱電気複合型太陽電池システムの太陽電池パネルの受光面の裏面の温度を測定した。さらに、比較例としてヒートパイプを貼り合わせていない太陽電池パネルの裏面の温度も測定した。

図6は上記の実験結果を示すグラフである。図中、xは実施例の測定結果であり、yは比較例の測定結果である。横軸は時刻であり、縦軸は温度(K)である。

比較例(y)では、12時頃までは335 K(約62℃)付近であり、その後に330 K(約57℃)の温度を示した。一方、実施例(x)では、12時頃までは324 K(約51℃)付近であり、その後に322 K(約49℃)の温度を示した。このように、いずれの時刻においても実施例の方が太陽電池パネルの裏面温度が低くなっていた。

このように、自励振動式ヒートパイプを太陽電池パネルの裏面に貼り合わせることで、日射が強かった12時頃までで約11℃、やや日射が弱くなってきたその後の時刻で約8℃程度、太陽電池パネルの裏面温度を下げる事ができた。

このデータは比較的日射量の少ない冬季に行った実験結果であるが、太陽電池パネルがより高温になることが予想される夏期には、図に示した以上の冷却効果が顕れ

ると予想される。

[0041] (実施例3)

上記の実施例1の熱電気複合型太陽電池システムの太陽電池パネルの電気変換効率を測定した。また、比較例としてヒートパイプを貼り合わせていない太陽電池パネルと、さらに太陽電池パネルの裏面にプレート状構造ではない従来の一般的なヒートパイプを貼り合わせた場合についても、電気変換効率を測定した。

図7は上記の実験結果を示すグラフである。図中、a1～a3はヒートパイプを貼り合わせていない比較例の結果、b1～b3は実施例の結果、c1～c3は従来のヒートパイプを貼り合わせた比較例の結果であり、それぞれの同時実験を3回行った結果である。縦軸は、a1～a3の結果を100としたときの電気変換効率(相対値)である。

上記の3回の実験は、日時や条件が異なるため、数値的にバラツキがあるデータとなっているが、3回の実験のいずれも自励振動式ヒートパイプを利用した実施例の結果(b1～b3)の方が、従来のヒートパイプを用いた比較例の結果(c1～c3)よりも高い電気変換効率を得ており、従来の一般的なヒートパイプを使用した場合の比較例の結果(c1～c3)よりも、相対的に約40%効率が向上しており、ヒートパイプを使用していない比較例の結果(a1～a3)よりも、相対的に約50%効率が向上している。

[0042] (実施例4)

上記の実施例1の熱電気複合型太陽電池システムの電気エネルギーと熱エネルギーの総和での太陽光全体のエネルギーに対するエネルギー回収効率を測定した。また、比較例として、ヒートパイプを貼り合わせていない太陽電池システムについても、エネルギー回収効率を測定した。比較例では、熱回収システムがないので、電気変換効率がエネルギーとしての回収効率そのものとなり、実施例のエネルギー回収効率の向上分は、太陽電池パネルの冷却による電気変換効率の向上分と、熱エネルギーの回収による効率向上分の和となる。

図8は上記の実験結果を示すグラフである。図中、d1～d6は実施例の結果、e1～e6はヒートパイプを貼り合わせていない比較例の結果である。それぞれの異なる日に同時の実験を6回行った結果である。縦軸は太陽光全体のエネルギーに対するエネルギー回収効率(%)である。

図8からは、ヒートパイプを貼り合わせていない太陽電池では、10%にも満たないエネルギー回収効率であったのに対して、実施例の場合は40〜50%程度のエネルギー回収効率を実現できた。

[0043] 第3実施形態

本実施形態は、上記の第1および第2実施形態の太陽電池システムにおいて、使用するヒートパイプを以下のように変更したものである。

図8Aは本実施形態に係る太陽電池システムに用いられるヒートパイプの構成を分解して示す模式図であり、図8Bはヒートパイプの構成および熱輸送の動作を示す模式図である。

本実施形態で用いられるヒートパイプは、薄い金属箔で形成したプレート状構造体であるコンテナ40の内部に可動な状態で、毛管力を発生させるためのウィック41および耐圧構造物42と、少量の作動液（例えば水、アルコールなどの潜熱の大きい液体）が封入され、空気を全て排出して密閉して形成されている。

[0044] 上記の構成のヒートパイプの受熱部43は、太陽電池パネル1である熱源HSに接しており、熱を受け取ると作動液の飽和蒸気圧が高まり、蒸発して、熱が液体の蒸発潜熱として吸収される。

作動液の蒸気44はウィック間に設けられた空間において隅々まで拡散し、相対的に温度の低い部位である凝縮部45において凝縮する。

凝縮した作動液46はウィックに吸収され、重力や毛管力によって受熱部に還流する。

上記のような相変化を利用した作動液の循環が起こるため、極めて小さい温度差間で熱輸送が可能となる。また、ヒートパイプ内に封入する作動液を変えることで、多様な温度条件および熱輸送条件に対応することが可能である。

[0045] 本実施形態で用いられるヒートパイプは、ウィックおよび耐圧構造物が内部で可動であることから、屈曲時にひずみを吸収して座屈による空間の閉塞が起こらず、可撓性を有しており、本実施形態の太陽電池システムに用いる際に、容易に太陽電池パネルに貼り合わせることが可能で、また、太陽電池パネルと温水生成部などを接続するときに屈曲させることが容易である。

[0046] 上記の本実施形態の太陽電池システムは、太陽電池パネルの裏面にプレート状のヒートパイプを配しており、これによって、太陽電池パネルの温度を冷却して電気変換効率を改善することができ、従来の太陽電池よりも太陽エネルギーの利用効率を向上させることができる。これにより、エネルギー資源の有効活用を図ることができ、地球環境の保全に貢献することが可能である。

[0047] 第4実施形態

図10は本実施形態に係る熱電気複合型太陽電池システムの模式構成図であり、図11は要部の模式断面図である。

本実施形態の太陽電池システムは、太陽電池パネル1と、ヒートパイプ2と、熱放散部3であるパイプ状の温水生成部30とを有する。

太陽電池パネル1とヒートパイプ2については、第1実施形態と同様の構成である。

[0048] 太陽電池パネル1は、受光面1aにおいて太陽光を受光し、光電変換により発生した電力を外部端子4からバッテリー6などに供給して蓄電する。

[0049] ヒートパイプ2は、プレート状構造体の内部にプレート状構造体の一方の端部2aと他方の端部2b間を複数回往復する蛇行細孔が設けられており、この蛇行細孔内に冷媒流体が封入された構成であり、いわゆる自励振動式のヒートパイプである。

上記のヒートパイプ2の一方の端部側のプレート状構造体の表面が、太陽電池パネル1の受光面1aの裏面に、例えばサーマルコンパウンド(金属粉入り接着剤)などの熱伝導性接着剤により貼りあわされており、太陽電池パネル1で発生した熱を一方の端部2aから受け取って他方の端部2bへ伝導する。

第1及び第2実施形態と同様、図11に示すように、ヒートパイプ2の一方の端部2a側のプレート状構造体の表面と、太陽電池パネル1の受光面1aの裏面とが、銅板5を介して貼りあわされている。

[0050] パイプ状の温水生成部30は、内部に例えば熱媒体として水31を貯留する樹脂パイプなどから構成され、細長い開口部が形成されてヒートパイプ2が挿入されており、内部の水31にヒートパイプ2の他方側の端部が浸漬した構成である。樹脂パイプの開口部とヒートパイプの間隙はシール材で封止されている。パイプ状の温水生成部は、占有面積をより小さくできる。



ヒートパイプ2を伝導する熱Hをヒートパイプ2の他方の端部側から水31に伝導し、水31を加温して温水を得るものである。

[0051] 太陽電池パネル1は、太陽光を効率的に受光するため、例えば水平面に対して20°程度の傾きをもって設置されることが好ましい。

本実施形態においては、屋根50の傾きに合わせて、あるいは屋根の傾きから調整して所定の傾きをもって設置されている。従って、太陽電池パネル1は一边が斜面上方に配置され、これに対向する辺が斜面下方に配置されており、残りの二辺は対向し、斜面に沿って傾きをもつように配置されている。

ここで、本実施形態において、温水生成部30は、上記の斜面に沿って傾きをもって配置された辺において、ヒートパイプを介して太陽電池パネルに接続するように設けられている。

上記のように、より占有面積の小さいパイプ代の温水生成部としたことにより、太陽電池パネル1の斜面に沿って傾きをもって配置された辺側に接するように配置することが可能となり、温水生成部の占有面積をより小さくしたことで本熱電気複合型太陽電池システムを小型化でき、また、温水生成部からの水漏れが発生しても太陽電池パネルへの悪影響を最小限にとどめることが可能である。

[0052] 本実施形態において用いているヒートパイプは自励振動式であり、ヒートパイプの受熱側と放熱側の高さ関係がどのようなものであっても熱輸送可能であるが、より効率的に熱輸送するためには、水平面に対して受熱側より放熱側が高くなるように配置されることが好ましい。

本実施形態では、ヒートパイプの延伸方向が太陽電池パネル1の斜面上方または下方に配置された辺に平行に、即ち略水平に配置されており、このため受熱部と放熱部の高さが略等しくなっているが、ヒートパイプの延伸方向が太陽電池パネル1の斜面上方または下方に配置された辺に角度を持って交差し、太陽電池パネルの面内において斜めに配置することにより、受熱側より放熱側が高くなるように配置することができ。

[0053] 水の加熱効果を高めるために、温水生成部30の外周部が不図示の断熱材で被覆されていることが好ましい。

また、ヒートパイプ2の他方側の端部に、水31への熱伝導効率を高めるためのフィンまたは板状の放熱促進体33が形成されていることが好ましい。

- [0054] 温水生成部30において加温されて得られた温水は、様々な用途に用いることができ、例えば、足湯あるいは全身用の浴槽として、あるいは厨房に供給する温水として利用することができる。

温水の供給量は、例えば温水供給管34aおよび戻り管34bに設けた流量調節コック37aにより調節できるとともに、この流量により温水生成部30で受け取る受熱速度を調整できるので、温水の温度調節を行うことができる。

- [0055] 例えば、循環ポンプ36は、太陽電池パネル1からの電力で充電されたバッテリー6で駆動できる。

例えば充電している昼間に循環駆動し、夜間は休止するように設定できる。

- [0056] また、必要に応じて温水供給管38の中途部に入浴剤などの薬剤添加部38を設けることもできる。

本実施形態においても第3実施形態のヒートパイプを使用することができる。

- [0057] 上記の本実施形態の太陽電池システムは、第2実施形態と同様に、太陽電池パネルで発電し電力を取り出して利用でき、さらに、太陽電池パネルで発生する熱を温水生成部に伝導して温水を得て利用することができる、熱電気複合型の太陽電池システムである。

- [0058] 本発明は上記の説明に限定されない。

例えば、従来の太陽電池以上に大きな発電量を蓄電し、自励振動式ヒートパイプによって収集した熱量を蓄熱することにより、電気および熱エネルギーの日立供給システム構築することも可能であり、災害時等でライフラインが停止した際の日立エネルギー供給システムを構築することも可能である。

また、システム自体は小型発電装置として構築が可能であるので、個別エネルギー供給システムとしても利用可能である。

熱放散部において熱を受け取る熱媒体としては水に限定されない。例えば空気、二酸化炭素、フロンガスなどの熱伝達ガスや水以外の液体などを使用でき、この熱媒体から再び水などに熱交換して温水として熱を利用することができる。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

#### 産業上の利用可能性

[0059] 本発明の太陽電池システムは、太陽光を受光して発電するシステムに適用できる。

また、本発明の熱電気複合型太陽電池システムは、太陽光を受光して発電し、さらに太陽光から得られる熱エネルギーを回収して温水を生成し、浴槽やその他の給湯設備に利用できる、熱と電気を複合した発電システムに適用することができる。

## 請求の範囲

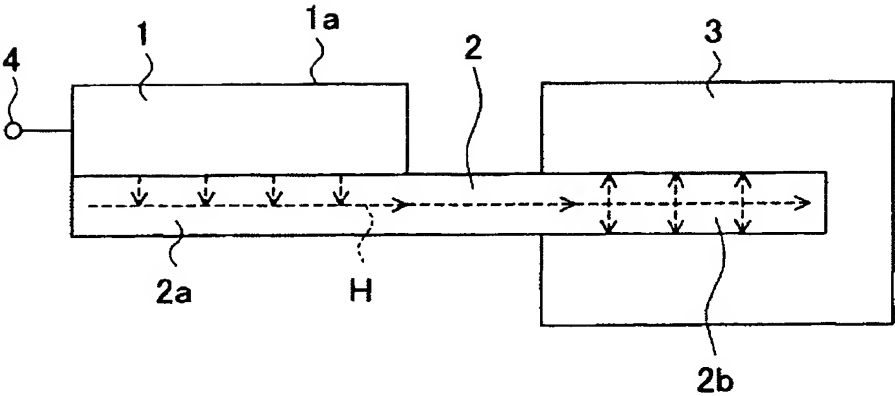
- [1] 受光面において太陽光を受光し、光電変換により発生した電力を外部に供給する太陽電池パネルと、
- プレート状構造体を有し、一方の端部側の前記プレート状構造体の表面が前記太陽電池パネルの前記受光面の裏面に貼りあわせられ、前記太陽電池パネルで発生した熱を前記一方の端部から受け取って他方の端部へ伝導するヒートパイプと、
- 前記ヒートパイプを伝導する熱を前記他方の端部側から受け取る熱放散部とを有する太陽電池システム。
- [2] 前記ヒートパイプは、プレート状構造体の内部に前記プレート状構造体の前記一方の端部と前記他方の端部間を複数回往復する蛇行細孔が設けられ、前記蛇行細孔内に冷媒流体が封入されてなる
- 請求項1に記載の太陽電池システム。
- [3] 前記蛇行細孔内において前記冷媒流体の液相部と気相部が交互に存在する状態で封入されてい
- 請求項2に記載の太陽電池システム。
- [4] 前記ヒートパイプは、プレート状構造体の内部に可動な状態で、ウィック、耐圧構造物および作動液が封入されてなる
- 請求項1に記載の太陽電池システム。
- [5] 前記太陽電池パネルの前記裏面と前記ヒートパイプが熱伝導性接着剤で貼りあわされてい
- 請求項1～4のいずれかに記載の太陽電池システム。
- [6] 前記一方の端部側の前記プレート状構造体の表面が前記太陽電池パネルの前記受光面の裏面に銅板を介して貼りあわされてい
- 請求項1～5のいずれかに記載の太陽電池システム。
- [7] 前記太陽電池パネルの前記裏面が複数の領域に区分され、前記領域のそれぞれにおいて複数の前記ヒートパイプが前記銅板を介して貼りあわされており、
- 前記ヒートパイプと前記銅板の貼り合わせ面積は前記領域の面積より大きい
- 請求項6に記載の太陽電池システム。

- [8] 前記太陽電池パネルの前記裏面と前記銅板、および／または、前記銅板と前記ヒートパイプが、熱伝導性接着剤で貼りあわされて巧  
請求項6または7に記載の太陽電池システム。
- [9] 受光面において太陽光を受光し、光電変換により発生した電力を外部に供給する太陽電池パネルと、  
プレート状構造体を有し、一方の端部側の前記プレート状構造体の表面が前記太陽電池パネルの前記受光面の裏面に貼りあわされ、前記太陽電池パネルで発生した熱を前記一方の端部から受け取って他方の端部へ伝導するヒートパイプと、  
内部に水を貯留し、前記水に前記ヒートパイプの前記他方側の端部が浸漬してなり、前記ヒートパイプを伝導する熱を前記他方の端部側から前記水に伝導して前記水を加温して温水を得る温水生成部と  
を有する熱電気複合型太陽電池システム。
- [10] 前記ヒートパイプは、プレート状構造体の内部に前記プレート状構造体の前記一方の端部と前記他方の端部間を複数回往復する蛇行細孔が設けられ、前記蛇行細孔内に冷媒流体が封入されてなる  
請求項9に記載の熱電気複合型太陽電池システム。
- [11] 前記蛇行細孔内において前記冷媒流体の液相部と気相部が交互に存在する状態で封入されていめ  
請求項10に記載の熱電気複合型太陽電池システム。
- [12] 前記ヒートパイプは、プレート状構造体の内部に、ウィック、耐圧構造物および冷媒流体が封入されてなる  
請求項9に記載の熱電気複合型太陽電池システム。
- [13] 前記太陽電池パネルの前記裏面と前記ヒートパイプが熱伝導性接着剤で貼りあわされて巧  
請求項9～12のいずれかに記載の熱電気複合型太陽電池システム。
- [14] 前記一方の端部側の前記プレート状構造体の表面が前記太陽電池パネルの前記受光面の裏面に、銅板を介して貼りあわされている  
請求項9～13のいずれかに記載の熱電気複合型太陽電池システム。

- [15] 前記太陽電池パネルの前記裏面が複数の領域に区分され、前記領域のそれぞれにおいて複数の前記ヒートパイプが前記銅板を介して貼りあわされており、  
前記ヒートパイプと前記銅板の貼り合わせ面積は前記領域の面積より大きい  
請求項14に記載の熱電気複合型太陽電池システム。
- [16] 前記太陽電池パネルの前記裏面と前記銅板、および／または、前記銅板と前記ヒートパイプが、熱伝導性接着剤で貼りあわされて巧  
請求項14または15に記載の熱電気複合型太陽電池システム。
- [17] 前記ヒートパイプの前記他方側の端部に、前記水への熱伝導効率を高める放熱促進体が形成されて巧  
請求項9 ～16のいずれかに記載の熱電気複合型太陽電池システム。
- [18] 前記温水生成部から温水が供給される湯浴を有する  
請求項9 ～17のいずれかに記載の熱電気複合型太陽電池システム。
- [19] 前記温水生成部がタンク状である  
請求項9 ～18のいずれかに記載の熱電気複合型太陽電池システム。
- [20] 前記温水生成部がパイプ状である  
請求項9 ～18のいずれかに記載の熱電気複合型太陽電池システム。
- [21] 前記太陽電池パネルが水平面に対して角度を有する斜面に沿って配置され、  
前記太陽電池パネルの上記斜面に沿って傾きをもって配置された辺において、前記温水生成部が前記ヒートパイプを介して前記太陽電池パネルに接続するように設けられていめ  
請求項20に記載の熱電気複合型太陽電池システム。

[図1]

FIG. 1



[図2]

FIG. 2A

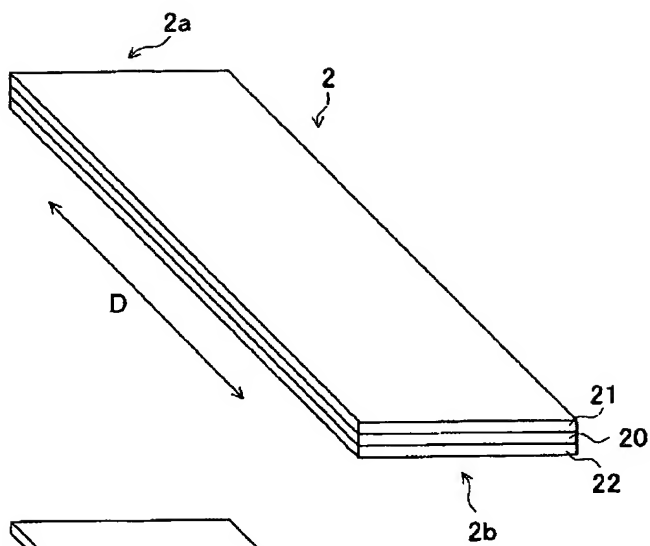
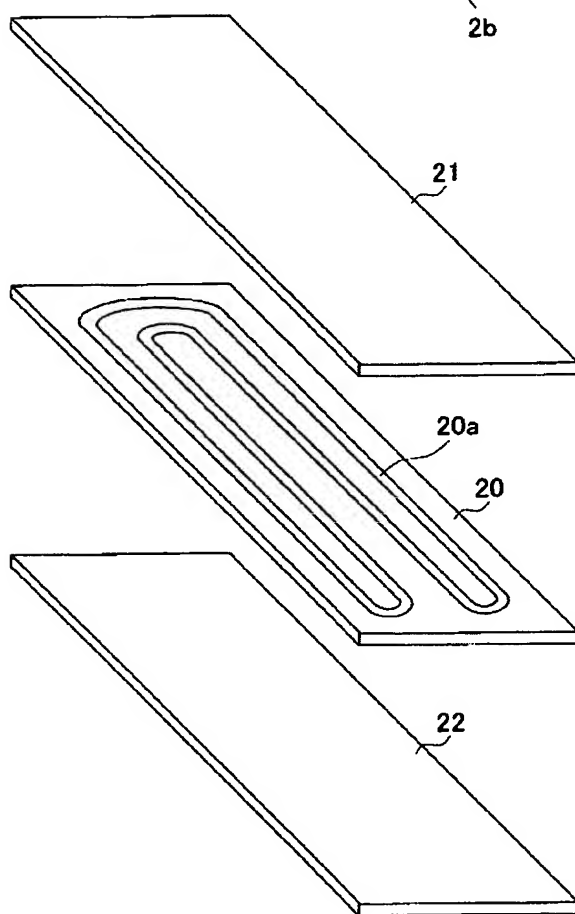


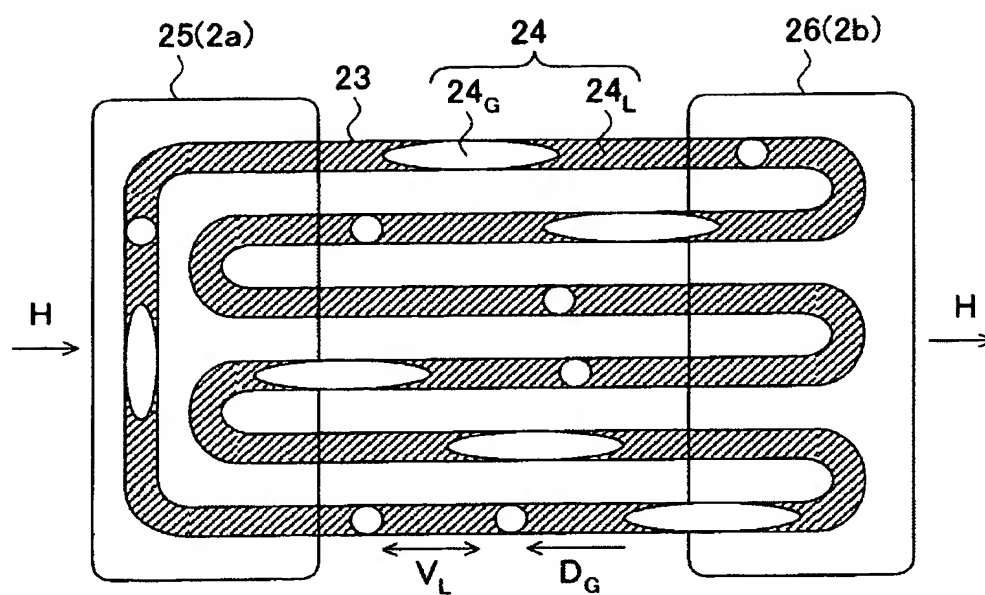
FIG. 2B





[図3]

FIG. 3



[図4]

FIG. 4A

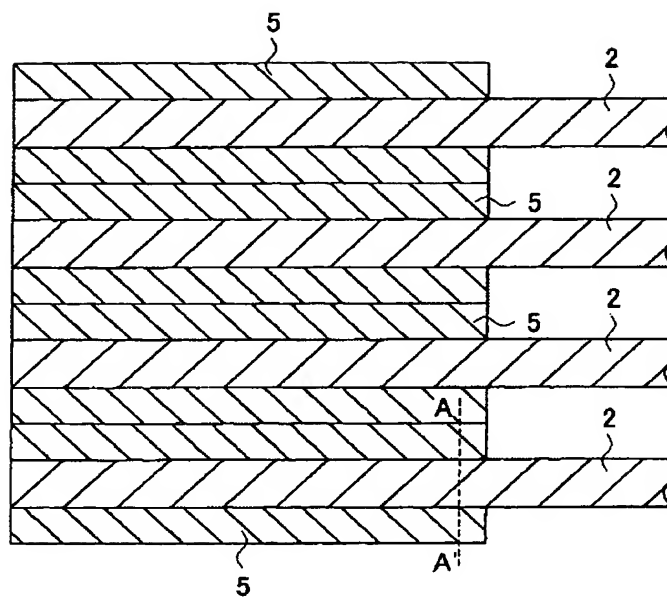
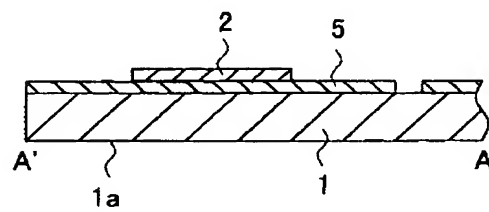
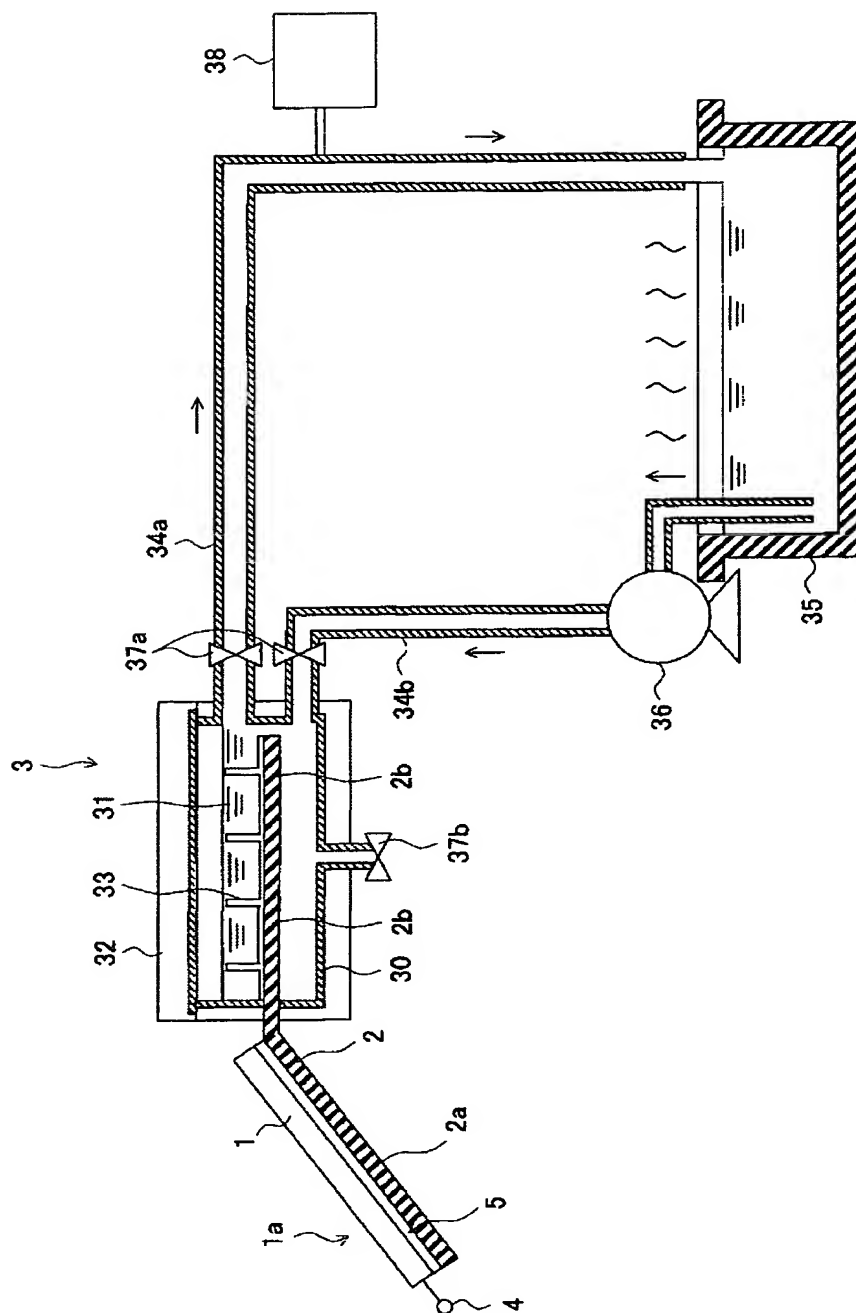


FIG. 4B



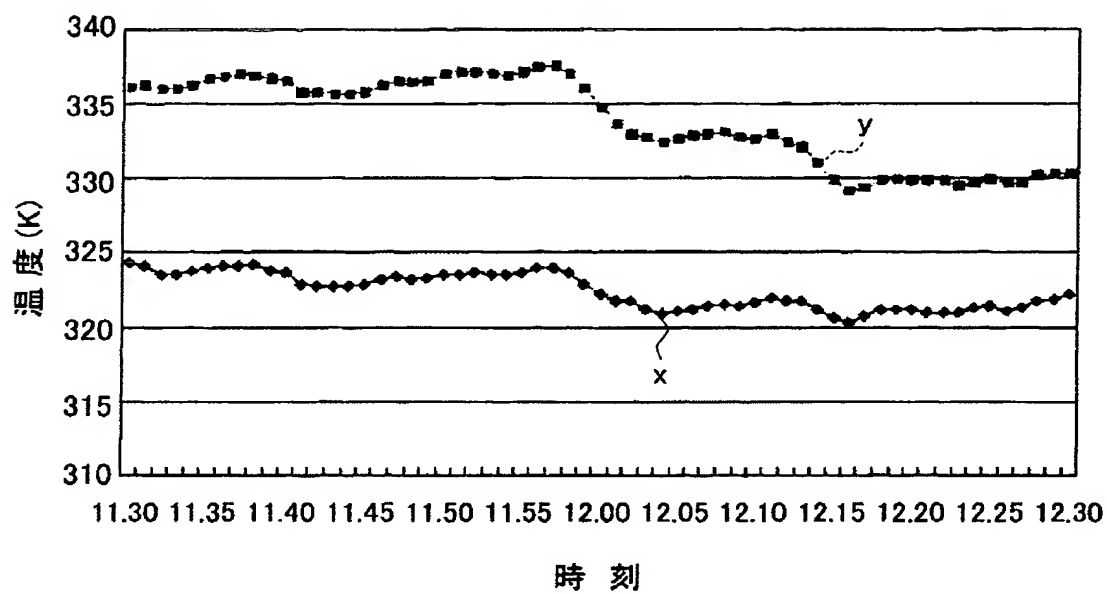
[図5]

FIG. 5



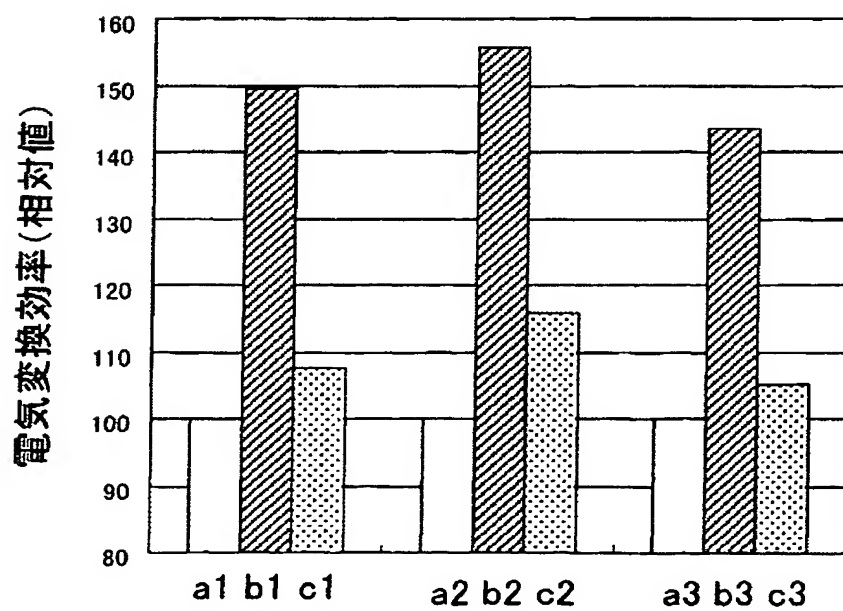
[図6]

FIG. 6



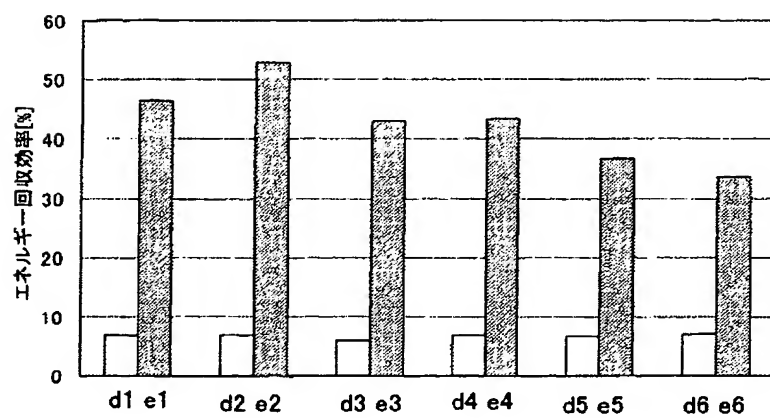
[図7]

FIG. 7



[図8]

FIG. 8



[図9]

FIG. 9A

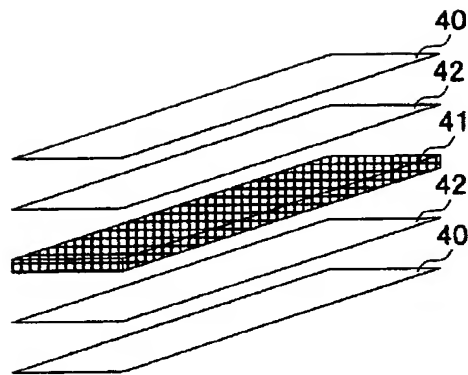
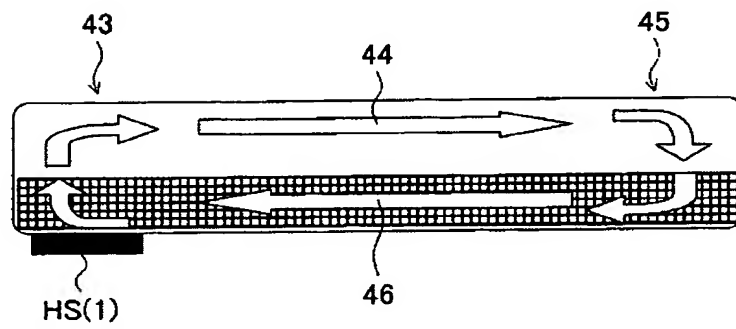
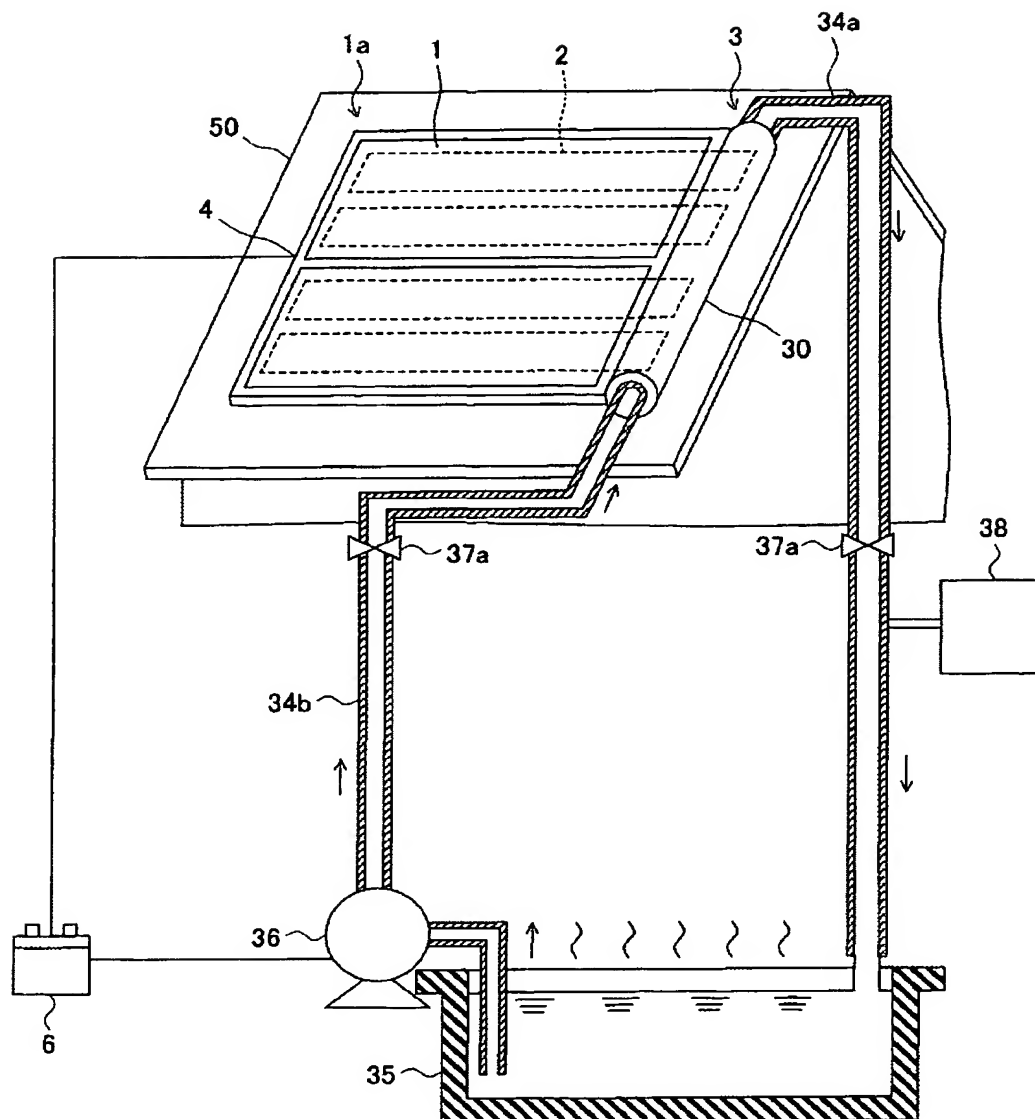


FIG. 9B



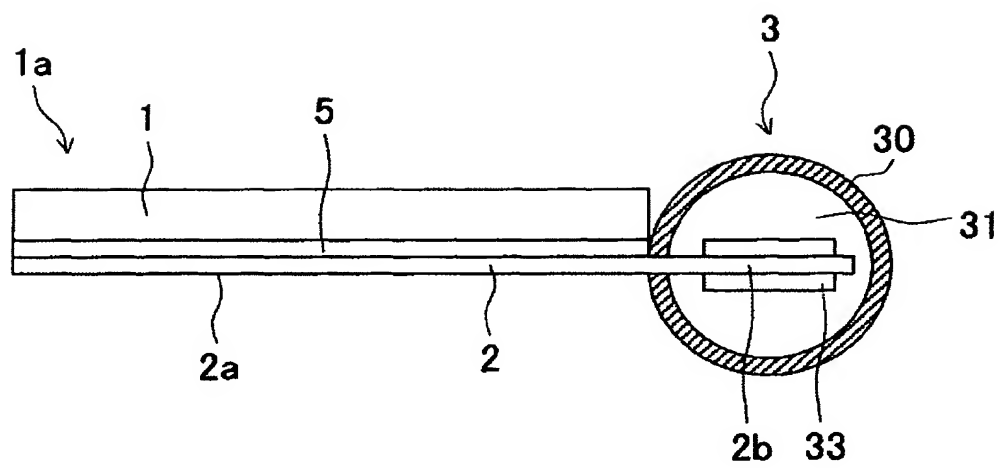
[図10]

FIG. 10



[図11]

FIG. 11





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/017854

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**F24J2/32** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

**F24J2/32** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2005
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2005	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho
								1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-137199 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 14 May, 2003 (14.05.03), Par. Nos. [0012], [0015], [0016] (Family: none)	1-21
Y	JP 7-332881 A (Actronics Kabushiki Kaisha), 22 December, 1995 (22.12.95), All pages (Family: none)	1-21
Y	JP 59-201852 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 15 November, 1984 (15.11.84), All pages (Family : none)	9-21

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
20 December, 2005 (20.12.05)Date of mailing of the international search report  
10 January, 2006 (10.01.06)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2005/017854

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 58-173341 A (Matsushita Refrigeration Co. ), 12 October, 1983 (12.10.83), All pages (Family: none)	17-21

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2005 / 017854

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F24J2/32 (2006.01)

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. 形 4J2/32 (2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996 年
日本国公開実用新案公報	1971-2005 年
日本国実用新案登録公報	1996-2005 年
日本国登録実用新案公報	1994-2005 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するとき社、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2003-137199 A (三菱重工業株式会社) 2003.05.14, 段落 [0012]、[0015]、[0016] (ファミリーなし)	1-21
Y	J P 7-332881 A (アクトロニクス株式会社) 1995.12.22, 全頁 (ファミリーなし)	1-21
Y	J P 59-201852 A (三洋電機株式会社) 1984.1.15, 全頁 (ファミリーなし)	9-21

解 C欄の続きにも文献が列举されている。

注 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## ホ 引用文献のカテゴリー

IAJ 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

IEJ 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの

ILJ 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

IOJ 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

IPJ 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の目の役に公表された文献

ITJ 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものでなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

IXJ 特に関連のある文献であって、当議文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

IYJ 特に関連のある文献であって、当議文献と他の1以上の文献との、当業者にとりて自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

I&J 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.12.2005

国際調査報告の発送日

10.01.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長崎 洋一

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

3L

8610

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 58- 173341 A (松下冷機株式会社) 1983. 1 0. 12, 全頁 (ファミリーなし)	17- 21